

Aplicación del estudio de reimanaciones a la datación de las brechas de la base del Jurásico en la Cordillera Ibérica

Dating the breccia of the base of the Jurassic sequence by means of the analysis of widespread remagnetization in the Iberian Ranges

J. J. Villalaín¹, A.M. Casas², M. Aurell² y A. Palencia³

1 Universidad de Burgos, Dep. de Física - E.Politécnica Superior, Avda. Cantabria S/N, 09006 Burgos, Spain, villa@ubu.es

2 Univ. Zaragoza, Dep. Ciencias de la Tierra, C/ Pedro Cerbuna, 50009 Zaragoza, Spain, acasas@unizar.es, maurell@unizar.es

3 Univ. Comp. de Madrid, Facultad de C. Físicas. Dep. de Física de la Tierra. Avda. Complutense S/N, 28040 Madrid, Spain, ali@fis.ucm.es

Resumen: Se ha utilizado el estudio de la reimanación regional cretácica de la Cordillera Ibérica para acotar la edad de formación de un afloramiento de brechas de la base del Jurásico (Fm. Cortes de Tajuña) del norte de la Cordillera Ibérica. Los experimentos de magnetismo de las rocas y el análisis de la NRM demuestran que los cantos de la brecha han registrado la reimanación pero muestran direcciones aleatorias, lo que implica que la formación de la brecha es post-reimanación y por tanto posterior al Cretácico Inferior. La polaridad inversa registrada por la matriz confirma que la brechificación es posterior al Supercrón Normal del Cretácico, es decir post-Santonense.

Palabras clave: Paleomagnetismo, reimanación, Jurásico, brechas, Cordillera Ibérica.

Abstract: From the study of remagnetization of Cretaceous age in an outcrop of the widespread breccia unit of the Lower Jurassic sequence (Cortes de Tajuña Fm.) in the northern Iberian Range, the age of formation of this unit can be inferred. Rock magnetism experiments and NRM analyses indicate that breccia clasts are remagnetized and show paleomagnetic vectors with random orientation, what demonstrates that breccia formation post-dates the Early Cretaceous remagnetization stage. The breccia matrix records a reverse paleomagnetic vector thus confirming that brecciation must post-date the Cretaceous Normal Superchron (i.e. they must be post-Santonian in age).

Key words: Paleomagnetism, remagnetization, Jurassic, breccia, Iberian Ranges.

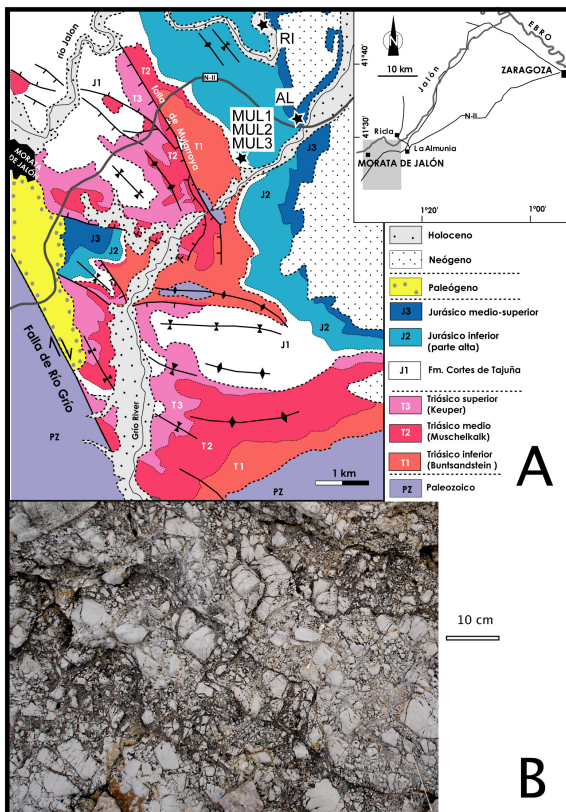


FIGURA 1. A. Situación geológica del área de estudio. B. Aspecto de campo de las brechas muestreadas.

INTRODUCCIÓN

Al noreste de la península Ibérica, en la zona surpirenaica y en la Cordillera Ibérica, existen extensos afloramientos de una unidad carbonatada masiva de edad Triásico terminal–Jurásico basal, que incluye diferentes tipos de brechas. El origen de estas brechas ha sido objeto de discusión y controversia debido a su carácter y a la dificultad de establecer relaciones geométricas y cronológicas en relación a otras unidades (e.g., Giner, 1978; San Román y Aurell, 1992; Gómez y Goy, 2005; Aurell *et al.*, 2007). En este sentido, baste decir que han sido consideradas por los diversos autores desde sinsedimentarias a epidiagénicas.

El extremo norte de la Cordillera Ibérica presenta unas características excepcionales de afloramiento de esta unidad carbonatada, que permiten un estudio detallado de cara a aportar nuevos datos en relación al origen y momento de formación de algunos de los tipos más representativos de estas brechas.

Los resultados paleomagnéticos obtenidos en rocas mesozoicas de la Cordillera Ibérica tienen en común la presencia constante de reimanaciones de escala regional con permanente polaridad normal, que presentan propiedades comunes a lo largo de áreas muy extensas (Moreau *et al.*, 1992; Juárez *et al.*, 1998; Villalaín *et al.*, 2003; Palencia, 2004, etc.). Algunos de estos trabajos

han aportados datos cronológicos que indican que estas reimanaciones han sido adquiridas durante el Cretácico Inferior. Juárez *et al.* (1998) proponen esta edad para las reimanaciones observadas en calizas marinas del Jurásico Medio y Superior basándose en la dirección paleomagnética obtenida, y sugieren que las diversas reimanaciones corresponden a un evento común. Por su parte, Villalain *et al.* (2003) demuestran que la reimanación en la Cuenca de Cameros se adquirió entre el Albiense y el Eoceno, estando probablemente relacionada con la etapa extensional cretácica de la cuenca. Sean o no estas imanaciones secundarias un fenómeno común, el hecho de que presenten en todos los casos una polaridad normal sugiere una edad comprendida dentro del *superchron* normal del Cretácico (entre Aptiense y Santoniense).

En el presente trabajo se propone la utilización de la reimanación como referencia para establecer relaciones cronológicas con la formación de las brechas mencionadas. Se trata de una propuesta metodológica para la datación de formaciones brechoides a partir de reimanaciones, ya que el número de datos disponibles hasta el momento no permite establecer conclusiones generalizables al conjunto de las brechas desarrolladas en torno al tránsito Triásico/Jurásico.

La zona de estudio se sitúa en el límite norte de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, en su contacto con la cuenca del Ebro (Fig. 1). Los materiales aflorantes comprenden el Paleozoico, Triásico (facies Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper y Formación Imón), Jurásico y Terciario continental, que incluye una unidad del Paleógeno, compuesto fundamentalmente por conglomerados, y otra del Neógeno que cubre en discordancia, desde la cuenca del Ebro, a la serie Jurásica. El zócalo paleozoico aflora al sur de la falla del río Grío, con componente inversa y de desgarre dextro. La estructura general está determinada por la existencia de pliegues de dirección N-S y E-W, que afectan al conjunto de la cobertura mesozoica. Además, numerosas fallas normales de escala cartográfica, de dirección comprendida entre NW-SE y E-W afectan especialmente a la serie Triásica y Jurásico Inferior. Algunas de estas fallas actuaron durante el depósito de las unidades del tránsito Triásico-Jurásico estudiadas y pueden explicar aspectos como la variación en los espesores de las unidades carbonatadas o la existencia de discordancias angulares en los bloques levantados de estas fallas, donde las brechas llegan a apoyarse sobre las areniscas en facies Buntsandstein (Campos *et al.*, 1996; Aurell *et al.* 2007).

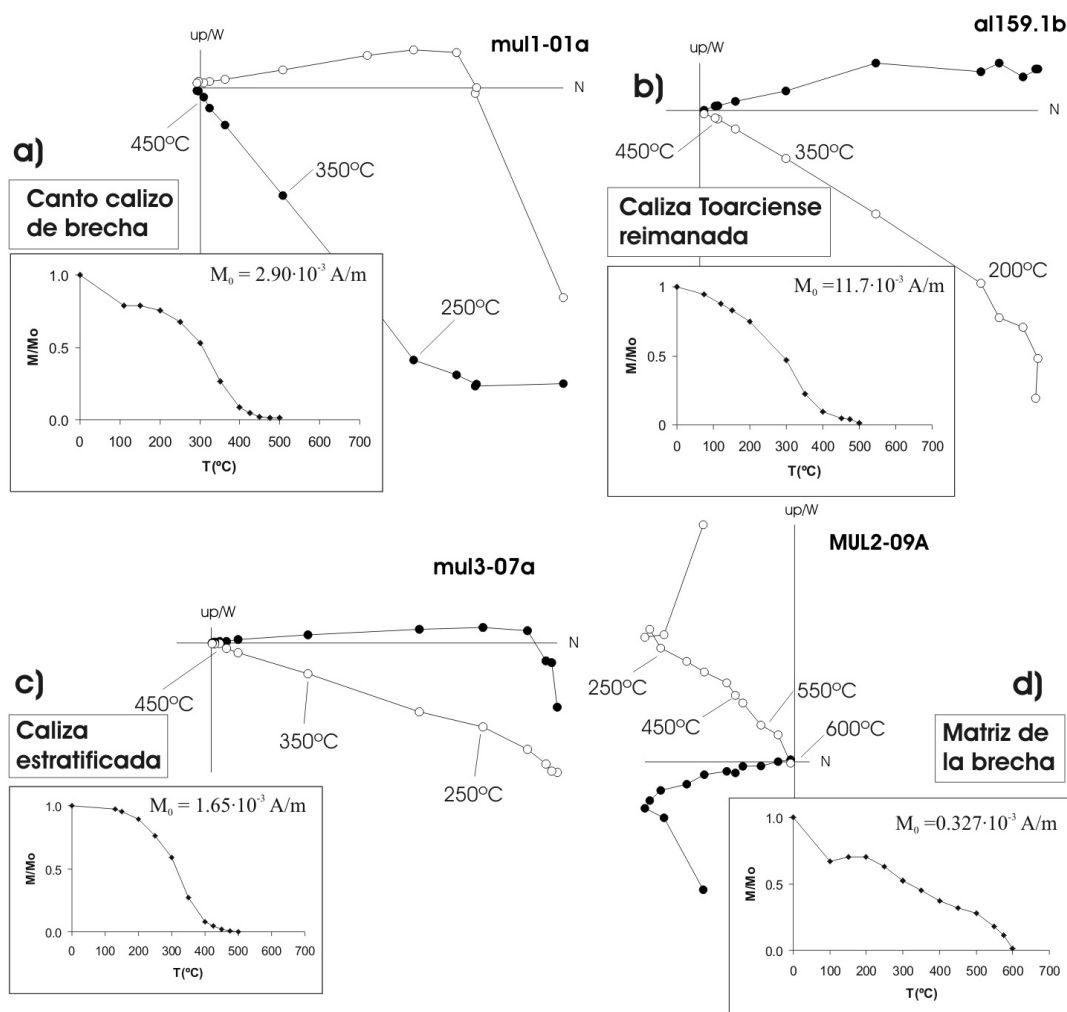


FIGURA 2. Diagramas de Zijderveld de la desimanación térmica de muestras representativas del estudio en coordenadas geográficas. Los círculos blancos son proyecciones del vector magnetización en el plano vertical N-S y los círculos negros en el plano horizontal. Se muestran también los diagramas de caída de la intensidad de la magnetización después de cada etapa de calentamiento.

En el área de estudio, Palencia (2004) analizó paleomagnéticamente dos secciones (Almunia de Doña Godina y Ricla: AL y RI en Fig. 1) que cubren prácticamente toda la unidad de alternancia de calizas y margas de Turmiel de edad Toarciense. Observó que ambas secciones estaban completamente reimanadas. Las rocas mostraban una única componente con polaridad normal y una curva de desimanación muy característica con temperaturas de desbloqueo comprendidas entre 200°C y 450°C (Fig. 2b). Considerando los resultados de un test del pliegue positivo y la dirección obtenida, la edad de la reimanación fue acotada entre el Cretácico Superior y el Terciario.

La zona de muestreo corresponde al flanco E de la serie monoclinial jurásica que forma el sector oriental de la estructura, con buzamientos en general bajos (entre 10 y 20°E) y dirección N-S. Se trata de un afloramiento amplio de brechas calizas, depositadas en una zona de bloque superior de falla normal, donde la unidad carbonatada brechoide tiene un espesor comprendido entre los 30–40 m y se apoya en discordancia angular sobre las unidades del Triásico Inferior y Medio (facies Buntsandstein y Muschelkalk). Han sido muestreadas tres grupos litológicos: cantos de caliza en la brecha (MUL1), matriz calcárea de la brecha (MUL2) y calizas bien estratificadas a techo de la brecha (MUL3).

RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS

Los análisis paleomagnéticos y de magnetismo de las rocas se realizaron en el Laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad de Burgos (UBU). Las muestras fueron sometidas a desmagnetización térmica y por campos alternos decrecientes. Para la medida de la magnetización se utilizó un magnetómetro criogénico 2G. Se realizaron además otros experimentos de magnetismo de las rocas, como adquisición progresiva de la IRM (imanación remanente isoterma) y determinación de ciclos de histéresis de muestras representativas.

La desimanación térmica de las muestras ha permitido distinguir dos tipos de comportamiento: (1) Los cantos MUL1 (Fig. 2a) y las muestras de caliza estratificada MUL3 (Fig. 2c) han mostrado una única componente paleomagnética muy estable con temperaturas de desbloqueo comprendidas entre 200°C y 450°C. Esta estructura de la NRM (imanación remanente natural) es idéntica a la descrita por Palencia (2004) en las calizas reimanadas de las secciones próximas AL y RI y muestran espectros de temperaturas de desbloqueo muy similares (Fig. 2b). (2) La matriz de la brecha (Fig. 2d) presenta una componente con polaridad inversa que se desmagnetiza entre 250°C y 575°C–600°C. En la Fig. 4 se representan las proyecciones estereográficas de las direcciones obtenidas para la componente característica de cada uno de los grupos litológicos (MUL1, MUL2 y MUL3).

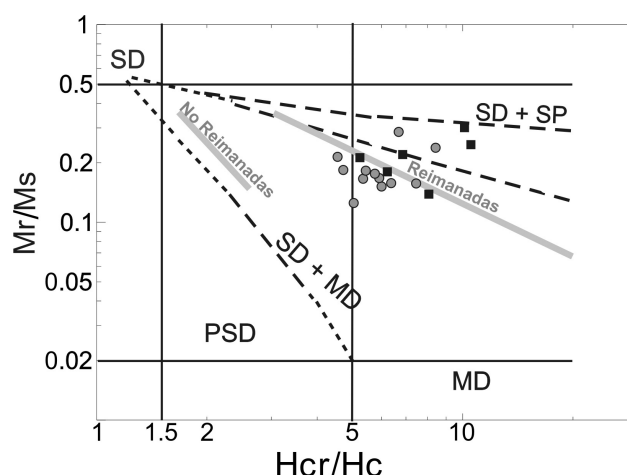


FIGURA 3. Diagrama de Day con los parámetros del ciclo de histéresis correspondientes a muestras de cantos de brecha (cuadrados negros) y calizas toarcienses reimanadas (círculos negros). Las líneas grises indican las zonas correspondientes a calizas reimanadas y no reimanadas según Channell y McCabe (1994).

INTERPRETACIÓN Y CONCLUSIONES

Las características de la NRM de los cantos de la brecha y de las calizas estratificadas sugieren que han sufrido la misma reimanación cretácica observada en las secciones cercanas AL y RI del Toarciense.

Channell y McCabe (1994) proponen un criterio para identificar reimanaciones de tipo químico en calizas a partir del diagrama de Day que representa relaciones entre los parámetros del ciclo de histéresis (M_r/M_s versus H_{cr}/H_c). Las calizas reimanadas muestran relaciones anómalas de estos parámetros fuera del área característica correspondiente al estado pseudomonodominio (PSD), debidas probablemente a la mezcla de granos en estado monodominio (SD) y superparamagnético (SP). La figura 3 muestra cómo tanto las calizas de las secciones Toarcienses reimanadas (círculos), como los cantos (cuadrados) se agrupan en esa región del diagrama de Day.

Considerando las características de la NRM y de los parámetros del ciclo de histéresis podemos concluir que los cantos de la brecha están afectados por la misma remagnetización que afectó a las calizas del Toarciense (Palencia, 2004) probablemente coetánea con la reimanación observada en las calizas del Jurásico Medio y Superior por Juárez *et al.* (1998). Además, la sistemática polaridad normal de las calizas estratificadas también confirma que han registrado la reimanación regional cretácica.

Se ha realizado un test del conglomerado a la componente característica observada en los cantos de brecha (MUL1). Estas direcciones muestran una distribución aleatoria (Fig. 4a) estadísticamente significativa, lo que demuestra que la formación de la brecha es posterior a la reimanación, que se adquirió en el Cretácico Superior o Terciario.

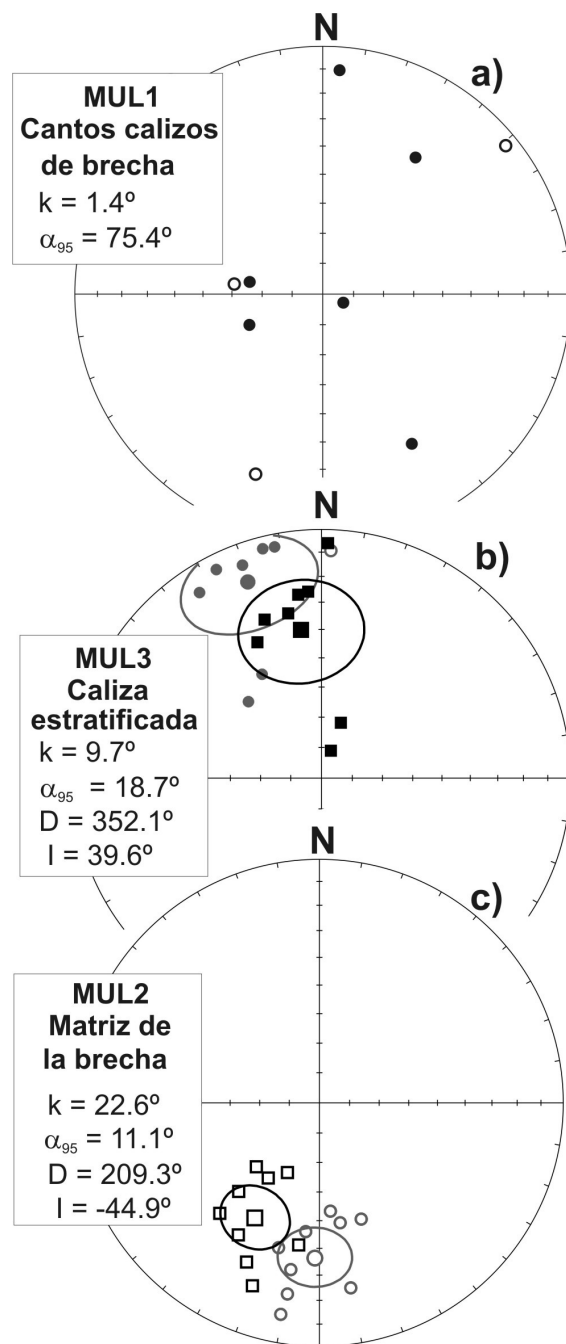


FIGURA 4. Proyecciones estereográficas con las direcciones características, dirección media y círculo de confianza 95%. círculos: direcciones sin corrección tectónica; cuadrados: direcciones con corrección tectónica.

Las direcciones de la componente característica de la matriz de la brecha tienen polaridad inversa (Fig. 4c) y se muestran bien agrupadas. Este hecho implica, por una parte que la brecha postdata la reimanación regional de polaridad normal, y por otra, que se formó con posterioridad al Superchron Normal del Cretácico, que termina en el Santoniense. Podemos, por tanto, concluir que la edad de formación de la brecha estudiada es post-Santoniense.

Los datos paleomagnéticos muestran que la brecha del afloramiento estudiado tiene una edad de formación tardía en relación a la sedimentación. Dado que existen

distintos tipos de brechas en este sector de la Cordillera Ibérica, es esperable que los nuevos estudios paleomagnéticos en curso proporcionen una información muy valiosa para determinar su origen y momento de formación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto de investigación CGL2006-02514 del ministerio de educación y Ciencia. Gracias a Ester López Sánchez por su ayuda con las medidas de los ciclos de histéresis.

REFERENCIAS

- Aurell, M., Bádenas, B., Casas, A. & Salas, R. (2007): Peritidal carbonate-evaporite sedimentation coeval to normal fault segmentation during the Triassic-Jurassic transition, Iberian Chain. In: *Sedimentary processes, environments and basins*. Nichols, G.J., Paola, C. & Williams, E.A. (eds) *Int. Assoc. Sedim., Spec. Pub.*, 38: 219–240.
- Campos, S.; Aurell, M. y Casas, A. (1996). Origen de las brechas de la base del Jurásico en Morata de Jalón (Zaragoza) *Geogaceta*, 20(4): 887–890.
- Channell, J.E.T., and C. McCabe (1994), Comparison of magnetic hysteresis parameters of unremagnetized limestones, *Journal of Geophysical Research*, 99, 4613–4623.
- Giner, J. (1978). Origen y significado de las brechas del Lías de la Mesa de Prades (Tarragona). *Estudios Geológicos*, 34: 529–533.
- Gómez, J.J. y Goy, A. (2005). Late Triassic and Early Jurassic palaeogeographic evolution and depositional cycles of the Western Tethys Iberian platform system (Eastern Spain). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 222: 77–94.
- Juárez, M.T., Lowrie, W., Osete, M.L., Meléndez, G., 1998. Evidence of widespread cretaceous remagnetisation in the Iberian Range and its relation with the rotation of Iberia. *Earth and Planetary Science Letters*, 160, 729–743.
- Moreau, M.G., Canérot, J., Malod, J., 1992. Paleomagnetic study of Mesozoic sediments from the Iberian Chain (Spain): suggestions for Barremian remagnetization and implications for the rotation of Iberia. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 163 (4), 393–402.
- Palencia, A. (2004): *Estudio paleomagnético de rocas de edad Jurásica de la Península Ibérica y sur de Marruecos*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 275 p.
- San Roman, J. y Aurell, M. (1992). Palaeogeographical significance of the Triassic-Jurassic unconformity in the north Iberian basin (Sierra del Moncayo, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99: 101–117.
- Villaláin, J.J. G. Fernández-González, A.M. Casas, and A. Gil-Imaz (2003), Evidence of a Cretaceous remagnetization in the Cameros Basin (North Spain): implications for basin geometry, *Tectonophysics*, 377, 101–117.